

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-264196

(P2000-264196A)

(43) 公開日 平成12年9月26日 (2000.9.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト\* (参考)

B 6 1 B 13/00

B 6 1 B 13/00

N 5 H 1 8 0

G 0 8 G 1/16

G 0 8 G 1/16

A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平11-67363

(22) 出願日 平成11年3月12日 (1999.3.12)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 美尾 昌宏

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 片山 哲治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

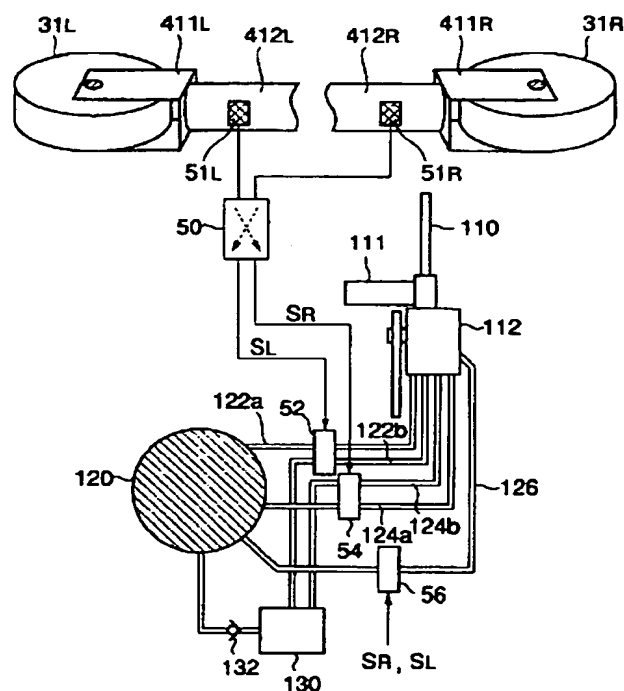
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガイドウェイ交通システムに用いられる自動運転車両

(57) 【要約】

【課題】 乗り心地をなるべく損なわずに、安全性が十分確保できるようなガイドウェイ交通システムに用いられる自動運転車両を提供することである。

【解決手段】 両側に案内壁が設置された道路上の横方向位置に関する情報を検出し、その検出情報に基づいて操舵機構を制御して当該道路上の所定軌道に沿うように走行すると共に、車体の両側部から突出する左右の案内輪を備え、走行中に左右の案内輪の少なくとも一方と対向する案内壁との間に隙間が形成されるようにした自動走行車両であって、案内輪が対向する案内壁に当接したときに応答情報を出力する当接応答手段と、該当接応答手段が応答情報を出力したときにその案内輪が案内壁から離れるように上記操舵機構を制御する操舵制御手段とを備えるようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】両側に案内壁が設置された道路上の横方向位置に関する情報を検出し、その検出情報に基づいて操舵機構を制御して当該道路上の所定軌道に沿うように走行すると共に、車体の両側部から突出する左右の案内輪を備え、走行中に左右の案内輪の少なくとも一方と対向する案内壁との間に隙間が形成されるようにした自動走行車両であって、

案内輪が対向する案内壁に当接したときに応答情報を出力する当接応答手段と、

該当接応答手段が応答情報を出力したときにその案内輪が案内壁から離れるように上記操舵機構を制御する操舵制御手段とを備えた自動運転車両。

【請求項2】請求項1記載の自動運転車両において、上記当接応答手段は、案内輪が対向する案内壁に当接したときに案内壁から当該案内輪に作用する力に対応した情報を応答情報として出力する横方向力応答手段を有し、

上記操舵制御手段は、横方向力応答手段からの応答情報に基づいて、案内壁から案内輪に作用する力に応じた量だけ操舵機構にて駆動される操舵輪を転舵させるように当該操舵機構を制御する転舵量制御手段を有する自動運転車両。

【請求項3】請求項1記載の自動運転車両において、上記操舵機構は、横方向位置の検出情報に基づいてステアリングシャフトを回動させるステアリングアクチュエータと、ステアリングシャフトの回動に応じて操舵輪を転舵させる液圧駆動機構とを有すると共に、該液圧駆動機構は、操舵輪を強制的に右方向に転舵させるための右強制駆動液圧系と、操舵輪を強制的に左方向に転舵させるための左強制駆動液圧系とを備え、

上記操舵制御手段は、上記当接応答手段が応答情報を出力したときに、その案内輪が案内壁から離れるように、上記右強制駆動液圧系及び左強制駆動液圧系のいずれか一方を有効にする液圧系切換え手段を備えた自動運転車両。

【請求項4】請求項1記載の自動運転車両において、上記操舵機構は、横方向位置の検出情報に基づいてステアリングシャフトを回動させるステアリングアクチュエータと、ステアリングシャフトの回動に応じて操舵輪を転舵させる液圧駆動機構とを有し、

上記操舵制御手段は、上記当接応答手段が応答情報を出力したときに、その案内輪が案内壁から離れるように、上記ステアリングアクチュエータを制御するアクチュエータ駆動制御手段を備えた自動運転車両。

【請求項5】請求項3記載の自動運転車両において、上記当接応答手段は、案内輪が対向する案内壁に当接したときに案内壁から当該案内輪に作用する力に対応した情報を応答情報として出力する横方向力応答手段を有し、

上記アクチュエータ駆動制御手段は、横方向力応答手段からの応答情報に基づいた案内輪に作用する力の大きさに対応した量だけステアリングシャフトが回動するように上記ステアリングアクチュエータを制御するようにした自動運転車両。

【請求項6】請求項2または5記載の自動運転車両において、

上記横方向力応答手段は、右案内輪に作用する力を検出する右方向力検出手段と、左案内輪に作用する力を検出する左方向力検出手段と、右方向力検出手段にて検出された力と左方向検出手段にて検出された力の差に対応した情報を応答情報として出力する差情報出力手段とを備えた自動運転車両。

【請求項7】請求項1記載の自動運転車両において、上記当接応答手段は、上記各案内輪を支持すると共に、案内壁に当接する案内輪を介して作用する横方向力に応じて変位する横力応動支持機構を有し、該横力応動支持機構の変位を応答情報として出力するようにし、

上記操舵制御手段は、操舵機構に作用し、外部から作用する力に応じて操舵輪を右方向及び左方向に強制的に転舵させる強制転舵機構と、

上記横方向応動支持機構で発生した変位に基づいた力を強制転舵機構に伝達し、横力応動支持機構にて発生する変位が小さくなるように該強制転舵機構が操舵輪を右方向または左方向に転舵させるようにした第一の伝達機構とを備えた自動運転車両。

【請求項8】請求項7記載の自動運転車両において、更に、上記横方向応動支持機構で発生した変位に基づいた力を強制転舵機構に伝達し、横力応動支持機構にて発生する変位が大きくなるように該強制転舵機構が操舵輪を右方向または左方向に転舵させるようにした第二の伝達機構と、

上記第一の伝達機構と上記第二の伝達機構を選択的に切替える切換え機構とを備えた自動運転車両。

【請求項9】請求項8記載の自動運転車両において、更に、上記第一の伝達機構または第二の伝達機構から強制転舵機構に一端伝達された力を保持する保持機構を有する自動運転車両。

【請求項10】両側に案内壁が設置された道路上の横方向位置に関する情報を検出し、その検出情報に基づいて操舵機構を制御して当該道路上の所定軌道に沿うように走行すると共に、車体の両側部から突出する左右の案内輪を備え、走行中に左右の案内輪の少なくとも一方と対向する案内壁との間に隙間が形成されるようにした自動走行車両であって、

案内輪が対向する案内壁に当接したときに応答情報を出力する当接応答手段と、

該横力応答手段が応答情報を出力したときにその案内輪の案内壁への当接状態を維持するように上記操舵機構を制御する操舵制御手段とを備えた自動運転車両。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガイドウェイ交通システムに用いられる自動運転車両に係り、詳しくは、両側に案内壁が設置された道路上の横方向位置に関する情報を検出し、その検出情報に基づいて操舵機構を制御して当該道路上の所定軌道に沿うように走行すると共に、車体の両側部から突出する左右の案内輪を備え、走行中に左右の案内輪のいずれかが走行状況に応じて対向する案内壁と当接するようにした自動走行車両に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、例えば、道路の両側に設置した案内壁によって車両の両側方に突出する案内輪を挟んで当該車両をガイドするガイドウェイ交通システムが提案されている（神戸製鋼技法／Vol. 40 No. 2 (p. 35 ～ 39)）。このようなガイドウェイ交通システムでは、左右の案内輪がシャフトにて連結されると共に、そのシャフトと操舵輪を転舵させるための操舵機構とがリンクにて結合されている。そして、左右の案内輪が案内壁に当接した状態で車両が走行するとき、道路Rの形状に従ってシャフトにて連結される左右の案内輪が横方向に移動する。その案内輪の横方向の移動がシャフトからリンクを介して操舵機構に伝達し、車両が道路Rの形状に従って操舵されるように、該操舵機構が操舵輪を転舵する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】このようなガイドウェイ交通システムでは、車両が走行している間、常に案内輪が案内壁に当接している状態となるので、案内壁に当接する案内輪を介して車両に振動が伝達されてしまう。その結果、車両の乗り心地に難点がある。また、この種のガイドウェイ交通システムでは、用いられる自動走行車両の安全性が十分確保できるものでなければならぬ。

【0004】そこで、本発明の課題は、乗り心地をなるべく損なわずに、安全性が十分確保できるようなガイドウェイ交通システムに用いられる自動運転車両を提供することである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、請求項1に記載されるように、両側に案内壁が設置された道路上の横方向位置に関する情報を検出し、その検出情報に基づいて操舵機構を制御して当該道路上の所定軌道に沿うように走行すると共に、車体の両側部から突出する左右の案内輪を備え、走行中に左右の案内輪の少なくとも一方と対向する案内壁との間に隙間が形成されるようにした自動走行車両であって、案内輪が対向する案内壁に当接したときに応答情報を出力する当接応答手段と、該当接応答手段が応答情報を出力したときにその案内輪が案内壁から離れるように上記操舵

機構を制御する操舵制御手段とを備えるように構成される。

【0006】このような自動走行両は、横方向の検出情報に基づいて操舵機構を制御して道路上の所定軌道に沿って走行する。この走行中に、その走行状況に応じて片方の案内輪が対向する案内壁に当接した際に、他の方の案内輪と対向する案内壁との間に隙間が生ずる。その結果、両側の案内輪を介して同時に振動が車両に伝達することがない。

【0007】また、例えば、横風、道路の凹凸等の何らかの原因で、当該自動運転車両が所定軌道から逸脱して一方の案内輪が案内壁に当接した場合には、当接応答手段から応答情報が出力されると、当該案内輪が案内壁から離れるように操舵機構が制御される。その結果、自動走行車両が早期に当該所定軌道に復帰することができると共に、案内壁から案内輪に作用する力を早期に低減させることができる。

【0008】案内輪が案内壁に当接した際の衝撃の大きさに応じて、案内輪を案内壁から離す速度を調整できるという観点から、本発明は、請求項2に記載されるように、上記自動車両において、上記当接応答手段は、案内輪が対向する案内壁に当接したときに案内壁から当該案内輪に作用する力に対応した情報を応答情報として出力する横方向力応答手段を有し、上記操舵制御手段は、横方向力応答手段からの応答情報に基づいて、案内壁から案内輪に作用する力に応じた量だけ操舵機構にて駆動される操舵輪を転舵させるように当該操舵機構を制御する転舵量制御手段を有するように構成することができる。

【0009】より信頼性の高い強制的な操舵制御が可能となるという観点から、本発明は、請求項3に記載されるように、上記自動運転車両において、上記操舵機構は、横方向位置の検出情報に基づいてステアリングシャフトを回動させるステアリングアクチュエータと、ステアリングシャフトの回動に応じて操舵輪を転舵させる液圧駆動機構とを有すると共に、該液圧駆動機構は、操舵輪を強制的に右方向に転舵させるための右強制駆動液圧系と、操舵輪を強制的に左方向に転舵させるための左強制駆動液圧系とを備え、上記操舵制御手段は、上記当接応答手段が応答情報を出力したときに、その案内輪が案内壁から離れるように、上記右強制駆動液圧系及び左強制駆動液圧系のいずれか一方を有効にする液圧系切換え手段を備えるように構成することができる。

【0010】このような自動運転車両では、一般的に動作の信頼性の高い液圧を動力源として利用した液圧駆動機構の各右強制駆動液圧系と左強制駆動液圧系を単に切換えるようにして操舵輪の強制的な転舵を実現しているので、比較的信頼性の高い強制的な操舵制御が実現できる。強制的な操舵制御が比較的容易にできるという観点から、本発明は、請求項4に記載されるように、上記自動運転車両において、上記操舵機構は、横方向位置の検

出情報に基づいてステアリングシャフトを回動させるステアリングアクチュエータと、ステアリングシャフトの回動に応じて操舵輪を転舵させる液圧駆動機構とを有し、上記操舵制御手段は、上記当接応答手段が応答情報を出力したときに、その案内輪が案内壁から離れるように、上記ステアリングアクチュエータを制御するアクチュエータ駆動制御手段を備えるように構成することができる。

【0011】このような自動運転車両では、操舵輪の転舵の方向を左右切り換えるには、ステアリングシャフトの回動方向を変えるようにステアリングアクチュエータを制御するだけでよく、比較的容易に操舵制御ができる。案内輪が案内壁に押しつけられる力に応じてその案内輪を案内壁から離す応答性を制御できるという観点から、本発明は、請求項5に記載されるように、上記自動運転車両において、上記当接応答手段は、案内輪が対向する案内壁に当接したときに案内壁から当該案内輪に作用する力に対応した情報を応答情報として出力する横方向力応答手段を有し、上記アクチュエータ駆動制御手段は、横方向力応答手段からの応答情報に基づいた案内輪に作用する力の大きさに対応した量だけステアリングシャフトが回動するように上記ステアリングアクチュエータを制御するように構成することができる。

【0012】このような自動運転車両では、案内輪が案内壁に強く押しつけられると、横方向力応答手段にてからの情報に基づいた案内輪に作用する力は大きくなり、大きな力に対応した量だけステアリングシャフトが回動される。従って、操舵輪は大きく転舵され、案内輪がより早期に案内壁から離れるようになる。また、左右の案内輪に作用する二種類の力に関する情報を単一の検出情報として得ることができるという観点から、本発明は、請求項6に記載されるように、上記自動運転車両において、上記横方向力応答手段は、右案内輪に作用する力を検出する右方向力検出手段と、左案内輪に作用する力を検出する左方向力検出手段と、右方向力検出手段にて検出された力と左方向検出手段にて検出された力の差に対応した情報を応答情報として出力する差情報出力手段とを備えるように構成できる。

【0013】このような自動運転車両では、右案内輪に作用する力と左案内輪に作用する力の差を検出情報としているため、当該差が正值、負値のいずれかで右案内輪及び左案内輪の何れが案内壁に当接しているかを判定でき、また、当該差の大きさによって案内輪に作用する力を判定できるような検出情報を上記操舵制御手段に供給することができる。

【0014】また、機械的機構にて確実に動作できるという観点から、本発明は、請求項7に記載されるように、上記自動運転車両において、上記当接応答手段は、上記各案内輪を支持すると共に、案内壁に当接する案内輪を介して作用する横方向力に応じて変位する横力応動

支持機構を有し、該横力応動支持機構の変位を応答情報として出力するようにし、上記操舵制御手段は、操舵機構に作用し、外部から作用する力に応じて操舵輪を右方向及び左方向に強制的に転舵させる強制転舵機構と、上記横方向応動支持機構で発生した変位に基づいた力を強制転舵機構に伝達し、横力応動支持機構にて発生する変位が小さくなるように該強制転舵機構が操舵輪を右方向または左方向に転舵させるようにした第一の伝達機構とを備えるように構成することができる。

【0015】また、自動運転車両を案内壁に沿わして走行させることが好適である場合がある。このような走行状態を実現できるという観点から、本発明は、請求項8に記載されるように上記自動運転車両において、更に、上記横方向応動支持機構で発生した変位に基づいた力を強制転舵機構に伝達し、横力応動支持機構にて発生する変位が大きくなるように該強制転舵機構が操舵輪を右方向または左方向に転舵させるようにした第二の伝達機構と、上記第一の伝達機構と上記第二の伝達機構を選択的に切替える切換え機構とを備えるように構成できる。

【0016】一定の操舵角に保持できるという観点から、本発明は、請求項9に記載されるように、上記自動運転車両において、更に、上記第一の伝達機構または第二の伝達機構から強制転舵機構に一端伝達された力を保持する保持機構を有するように構成できる。また、前述したように、案内壁に沿わして車両の安全性を確保するという観点から、本発明は、請求項10に記載されるように、両側に案内壁が設置された道路上の横方向位置に関する情報を検出し、その検出情報に基づいて操舵機構を制御して当該道路上の所定軌道に沿うように走行すると共に、車体の両側部から突出する左右の案内輪を備え、走行中に左右の案内輪の少なくとも一方と対向する案内壁との間に隙間が形成されるようにした自動走行車両であって、案内輪が対向する案内壁に当接したときに応答情報を出力する当接応答手段と、該横力応答手段が応答情報を出力したときにその案内輪の案内壁への当接状態を維持するように上記操舵機構を制御する操舵制御手段とを備えるように構成される。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。本発明の実施の一形態に係る自動運転車両が適用されるガイドウェイ交通システムは、例えば、図1に示すように構成される。図1において、道路RDの両側に案内壁GWR及びGWLが設置されている。道路RD上に設定された軌道CL上には、例えば、磁氣的に検出できる磁気マーカが所定の間隔で設置されている。このような道路RDを走行する自動運転車両100は、上記軌道CL上に設置された各磁気マーカから発生する磁界を検出する。その検出された磁界の強度が道路の横方向位置の検出情報として認識される。そして、その検出情報に基づいて操舵機構が制御され、自動

走行車両100は、該所定軌道C Lに沿って走行する。自動運転車両100は、また、車体の両側部から突出する案内輪を備えている。

【0018】この自動運転車両100の詳細な構造は、例えば、図2に示すようになっている。図2において、自動運転車両100の前輪101R、101L（操舵輪）の更に前方（FR）両側部から突出するように前方案内輪31R、31Lが設けられると共に、車両100の後輪102R、102Lの更に後方両側部から突出するように後方案内輪32a、32bが設けられている。各前方案内輪31R、31Lは、それぞれ、支持機構41R、41Lにて回転自在に支持され、各後方案内輪32R、32Lは、それぞれ、支持機構42R、42Lにて回転自在に支持されている。また、自動運転車両100が軌道C Lに沿って走行する際に左右の案内輪31R（32R）、31L（32L）とそれぞれが対向する案内壁GWR、GWLとの間に所定の隙間が形成されるように、各支持機構41R（42R）、41L（42L）が車体に固定されている。

【0019】また、自動運転車両100の制御系は、例えば、図3に示すように構成されている。図3において、道路RDの軌道C L上に設置した各磁気マーカから発生する磁界を検出する磁気マーカセンサ12、車速に応じたパルス信号を出力する車速センサ14、操舵角を検出する操舵角センサ16及びアクセル開度を検出するアクセル開度センサ18からの各情報が自動運転制御ユニット10に供給されている。また、記憶ユニット20には、走行コース上に設置された駅等の停止すべき位置、分岐路の位置、その他基準となる位置等に関する情報が格納されており、自動運転制御ユニット10は、記憶ユニット20からそれらの情報を取得できるようになっている。

【0020】自動運転制御ユニット10は、磁気マーカセンサ12にて検出される各磁気マーカからの磁界の強度に基づいて道路RDの横方向位置を検出し、当該自動運転車両100が軌道C Lに沿って走行するように、操舵角センサ16での検出操舵角を監視しながら、検出された該横方向位置に基づいてステアリングアクチュエータ26を制御する。また、車速センサ14からの車輪速パルスに基づいて車速を検出し、所定の速度パターンで当該自動運転車両100が走行するように、アクセル開度センサ18からのアクセル開度を監視しつつ、アクセルアクチュエータ22を制御すると共に、ブレーキアクチュエータ24を制御する。

【0021】上記のような制御系により、自動運転車両100は、道路RD上に設定された軌道C Lに沿って、所定の速度パターンに従って走行する。また、当該自動運転車両100には、前方案内輪31R、31Lのいずれかが案内壁に当接した場合に強制的な操舵を行う機構が搭載されている。該機構の第一の例は、図4に示す

ような構成になっている。

【0022】図4において、右側の前方案内輪31Rの支持機構41Rは、前方案内輪31Rを回転自在に支持するブラケット411Rと該ブラケット411Rを支持するロッド412Rとを有している。ロッド412Rの表面には、歪みゲージ51Rが取り付けられている。また、左側の前方案内輪31Lの支持機構41Lも同様に、前方案内輪31Lを回転自在に支持するブラケット411Lと該ブラケット411Lを支持するロッド412とを有している。そして、該ロッド412Lの表面には、歪みゲージ51Lが取り付けられている。

【0023】また、操舵機構は、ステアリングシャフト110を回動させるステアリングアクチュエータ26としての駆動モータ111及びステアリングシャフト110の回動に応じて操舵輪（前輪101R、101L）を転舵させるパワーステアリングギアボックス112とを有している。このパワーステアリングボックス112には、パワーステアリング油圧源120から油圧ライン126を介して油圧が供給され、ステアリングシャフト110の回動に応じた油圧が操舵輪の支持機構（図示略）に作用して該操舵輪を転舵するようになっている。この油圧ライン126には、通常、開状態となる電磁弁56が設けられている。

【0024】パワーステアリング油圧源120から操舵輪を左方向に転舵させるための油圧をステアリングギアボックス112に供給する左増圧ライン122aが設けられると共に、その油圧を減圧するための左減圧ライン122bがステアリングギアボックス112と減圧源130との間に設けられている。また、パワーステアリング油圧源120から操舵輪を右方向に転舵させるための油圧をステアリングギアボックス112に供給する右増圧ライン124aが設けられると共に、その油圧を減圧するための右減圧ライン124bがステアリングギアボックス112と減圧源130との間に設けられている。上記左増圧ライン122a及び左減圧ライン122bに対して、各油圧ライン122a、122bの開放、閉鎖を行う左電磁弁ユニット52が設けられ、上記右増圧ライン124a及び右減圧ライン124bに対して、各油圧ライン124a、124bの開放、閉鎖を行う右電磁弁ユニット54が設けられている。

【0025】なお、減圧源130に溜まった油液は、逆止弁132を介してパワーステアリング油圧源120に戻されるようになっている。上記左右のロッド412R、412Lに取り付けた歪みゲージ51R及び51Lからのロッド412R及び412Lの歪みに対応した歪み検出信号が油圧切換え制御回路50に供給されている。油圧切換え制御回路50は、各歪みゲージ51R及び51Lからの歪み信号に基づいて上記左電磁弁ユニット52に対して切換え駆動信号SL及び上記右電磁弁ユニット54に対する切換え駆動信号SRを出力する。

【0026】具体的には、右側の前案内輪31Rを支持するロッド412Rに取り付けた歪みゲージ51Rからの歪み検出信号の信号レベルが基準レベル以上となると、左増圧ライン122aを開放すると共に左減圧ライン122bを閉鎖するための切換え信号SL（＋－）が左電磁弁ユニット52に、右増圧ライン124aを閉鎖すると共に右減圧ライン124bを開放するための切換え信号SR（－＋）が右電磁弁ユニット54にそれぞれ油圧切換え制御回路50から出力される。一方、左側の前案内輪31Lを支持するロッド412Lに取り付けた歪みゲージ51Lからの歪み検出信号の信号レベルが基準レベル以上となると、左増圧ライン122aを閉鎖すると共に左減圧ライン122bを開放するための切換え信号SL（－＋）が左電磁弁ユニット52に、右増圧ライン124aを開放すると共に右減圧ライン124bを閉鎖するための切換え信号SR（＋－）が右電磁弁ユニット54にそれぞれ油圧切換え制御回路50から出力される。

【0027】また、上記切換え信号SR、SLが上記いずれかの信号状態にある場合、その信号状態に基づいて通常開状態となる電磁弁56が遮断状態に切り換えられる。なお、上記切換え信号SL及びSRの出力条件となる歪み信号の基準レベルは、前案内輪31R、31Lが案内壁に当接した際の、強制的な操舵の応答性を高めるために、比較的低いレベルに設定される。

【0028】上記のような自動運転車両100は、通常は、磁気マーカセンサ12からの検出信号に基づいて横方向位置を検出し、軌道CLに沿って走行するように、当該検出情報に基づいて操舵機構の駆動モータ111（ステアリングアクチュエータ26）の駆動制御がなされる。この状態では、左右の前案内輪31R、31L及び左右の後案内輪32R、32Lは、対向する案内壁GWR、GWLに当接しない。

【0029】このように軌道CLに沿って走行している際に、横風、路面の凹凸あるいは、自動運転制御ユニット10がフェールした等の原因で、自動走行車両100が軌道CLから逸脱し、例えば、右側の前案内輪31Rが対向する案内壁GWRに当接すると、案内壁GWRから前案内輪31Rを介してロッド412Rに力が作用する。そして、そのロッド412Rに作用する力によって該ロッド412Rに取り付けた歪みゲージ51Rからの歪み検出信号が基準レベル以上となると、該歪み信号に基づいて油圧切換え制御回路50から出力される切換え信号SL（＋－）及びSR（－＋）によって左電磁弁ユニット52及び右電磁弁ユニット54が駆動され、左増圧ライン122a及び右減圧ライン124bが開放される共に、左減圧ライン122b及び右増圧ライン124aが閉鎖される。その結果、パワーステアリング油圧源120から左増圧ライン122aを介して操舵輪を左方向に転舵させる油圧がパワーステアリングギアボッ

クス112に供給される。この時、操舵輪を右方向に転舵させる油圧の発生源となる油液がステアリングギアボックス112から右減圧ライン124bを介して減圧源130に回収される。また、電磁弁56が上記切換え信号SL、SRの状態に基づいて遮断状態に切り換えられ、液圧ライン126を介して供給される通常の操舵制御に用いられる液圧のパワーステアリングギアボックス112への伝達が遮断される。

【0030】このように操舵輪を左方向に転舵される液圧がパワーステアリングギアボックス112に供給されることにより、操舵輪（前輪101R、101L）が左方向に転舵され、当該自動運転車両100は、案内壁GWRから離れる方向に進む。そして、右側の案内輪31Rが案内壁GWRから離れて、歪みゲージ51Rからの歪み検出信号のレベルが基準レベルより小さくなると、油圧切換え制御回路50からの切換え信号SR、SLが無効となり、左電磁弁ユニット52及び右電磁弁ユニット54が初期状態に復帰して、パワーステアリング油圧源120からパワーステアリングギアボックス112に強制的に供給される液圧が遮断される。同時に、電磁弁56が開放され、パワーステアリング油圧源120から液圧ライン126を介して通常の操舵制御に用いられる液圧がパワーステアリングギアボックス112に供給される。

【0031】この状態で、再度、自動運転制御ユニット10による磁気マーカセンサ12での検出信号に基づいた操舵機構の制御が可能な状態となる。また、何らかの原因で自動走行車両100が軌道CLから逸脱し、上記の場合とは逆に、左側の前案内輪31Lが対向する案内壁GWLに当接すると、案内壁GWLから前案内輪31Lを介してロッド412Lに力が作用する。そして、そのロッド412Lに作用する力によって該ロッド412Lに取り付けた歪みゲージ51Lからの歪み検出信号が基準レベル以上となると、該歪み信号に基づいて油圧切換え制御回路50から出力される切換え信号SL（－＋）及びSR（＋－）によって左電磁弁ユニット52及び右電磁弁ユニット54が駆動され、右増圧ライン124a及び左減圧ライン122bが開放される共に、右減圧ライン124b及び左増圧ライン122aが閉鎖される。その結果、パワーステアリング油圧源120から左増圧ライン122aを介して操舵輪を左方向に転舵させる油圧が強制的にパワーステアリングギアボックス112に供給され、操舵輪が左方向に転舵される。

【0032】これにより、当該自動運転車両100は、案内壁GWLから離れる方向に進む。そして、左側の前案内輪31Lが案内壁GWLから離れると、前述した場合と同様に、磁気マーカセンサ12からの検出信号に基づいた操舵制御が可能な状態となる。上記のように、右側の前案内輪31R及び左側の前案内輪31Lのいずれかが案内壁に当接すると、その案内輪が案内壁か

ら離れるように、強制的に操舵機構が制御されるので、自動運転車両100は、軌道CLにより早く復帰することができる。また、案内輪が案内壁に当接して該案内輪の支持機構（ブラケット411R、ロッド412R）に大きな荷重がかかる前に、あるいは、大きな荷重が長時間かかることなく、案内輪が案内壁から離れるので、案内輪の支持機構にかかるストレスを小さくすることができる。更に、自動運転制御ユニット10がフェールした場合であっても、案内輪が案内壁に押しつけられた状態で走行して、案内輪や車体等が破損することを未然に防止することができる。

【0033】なお、上記切換え信号SL及びSRの出力条件となる歪み信号の基準レベルは、前方案内輪31R、31Lが案内壁に当接した際の、強制的な操舵の応答性を高めるための観点からは、比較的低いレベルに設定されることが好ましいが、急激な強制的な操舵を避ける観点から、該基準レベルは、前方案内輪31R、31Lの支持機構の強度を考慮したうえで、適当なレベルに設定することができる。

【0034】当該自動運転車両に搭載される強制的な操舵を行う機構の第二の例は、図5に示すように構成される。図5において、図4に示す部分と同一の部分については同一の参照番号が付されている。この例では、前方案内輪を介してロッドに作用する力に応じて、操舵機構の駆動モータ111（ステアリングアクチュエータ26）を制御する構成となっている。

【0035】図5において、図3に示す第一の例と同様に、右側の前方案内輪31Rを支持するロッド412Rに歪みゲージ51Rが取り付けられると共に、左側の前方案内輪31Lを支持するロッド412Lに歪みゲージ51Lが取り付けられている。各歪みゲージ51R、51Lからの歪み検出信号は、接触判定回路50aに供給されている。この接触判定回路50aは、上記各歪みゲージ51R及び51Lからの歪み検出信号に基づいて、前方案内輪31R及び31Lのいずれかが案内壁に当接しているか否かを表す接触判定信号Soを出力すると共に、歪みゲージ51Rからの歪み検出信号と歪みゲージ51Lからの歪み検出信号との差信号を接触圧信号Sdとして出力する。この接触圧信号Sdは、例えば、右側の前方案内輪31Rを支持するロッド412Rに取り付けた歪みゲージ51Rからの歪み検出信号のレベルが左側の前方案内輪31Lを支持するロッド412Lに取り付けた歪みゲージ51Lからの歪み検出信号のレベルが大きい場合に、正の値をとり、逆の場合に、負の値をとる。接触判定回路50aからの接触判定信号So及び接触圧信号Sdは、アクチュエータ駆動回路60に供給される。

【0036】アクチュエータ駆動回路60は、上記接触圧信号Sdに基づいて駆動信号を出力する第一の駆動信号生成回路61と、自動運転制御ユニット10（図3参

照）からの操舵信号に基づいて駆動信号を出力する第二の駆動信号生成回路62と、第一の駆動信号生成回路61からの駆動信号と第二の駆動信号生成回路62からの駆動信号とのいずれかを出力駆動信号として選択するスイッチユニット63を有している。

【0037】スイッチユニット63は、接触判定回路50aからの接触判定信号Soの状態に従って駆動信号の選択動作を行う。接触判定信号Soが、いずれかの前方案内輪31Rまたは31Lが案内壁に当接していることを表す状態となる場合に、第一の駆動信号生成回路61からの駆動信号を選択するように切換えられる。一方、接触判定信号Soが、いずれの前方案内輪31R及び31Lが案内壁に当接していないことを表す状態となる場合に、第二の駆動信号生成回路62からの駆動信号を選択するように切り換えられる。

【0038】アクチュエータ駆動回路60から出力される駆動信号は、駆動モータ111（ステアリングアクチュエータ26）に供給される。この駆動信号によって駆動される駆動モータ111は、ステアリングシャフト110を回動させ、パワーステアリングギアボックス112の油圧を制御することによって操舵輪の転舵を行う。

【0039】なお、上記アクチュエータ駆動回路60に設けられる第二の駆動信号生成回路62は、磁気マーカセンサ12からの検出信号に基づいて自動運転制御ユニット10が生成する操舵信号に基づいて駆動信号を生成するものであるが、図3においては、この第二の駆動信号生成回路62を図示することが省略されている。自動運転車両100が軌道CLに沿って走行している場合は、両方の前方案内輪31R及び31Lは案内壁GWR、GWLから離れた状態にあり、両歪みゲージ51R、51Lから有効な歪み検出信号は出力されない。従って、接触判定回路50aからは、前方案内輪31R、31Lのいずれもが案内壁GWR、GWLに接触していない状態の接触判定信号Soが出力される。この接触判定信号Soによって、スイッチユニット63が、第二の駆動信号生成回路62からの駆動信号を選択するように保持され、第二の駆動信号生成回路62からの駆動信号が駆動モータ111に供給される。その結果、駆動モータ111は、自動運転制御ユニット10からの操舵信号に基づいた駆動信号によって制御され、自動運転車両100が軌道CL上を走行する状態が維持される。

【0040】このような状態で、突風、道路面の凹凸、自動運転制御ユニット10のフェール等に起因して、前方案内輪31R、31Lのいずれかが、案内壁に当接すると、その案内壁に当接した前方案内輪31Rまたは31Lを支持するロッド412Rまたは412Lに取り付けた歪みゲージ51Rまたは51Lからの歪み検出信号の検出レベルが大きくなる。その結果、接触判定回路50aからは、前方案内輪31Rまたは31Lが案内壁に当接している状態を表す接触判定信号Soが出力され

る。このような状態の接触判定信号S<sub>0</sub>によって、スイッチユニット63が第一の駆動信号生成回路61からの駆動信号を選択するように切り換えられる。

【0041】また、接触判定回路50aは、歪みゲージ51R、51Lからの歪み検出信号の差に対応した接触圧信号S<sub>d</sub>を第一の駆動信号生成回路61に供給し、この第一の駆動信号生成回路61からの駆動信号によって駆動モータ111が駆動される。接触圧信号S<sub>d</sub>に対応した第一の駆動信号生成回路61からの駆動信号は、案内壁に当接した前方案内輪31Rまたは31Lを当該案内壁から離す方向に操舵輪（前輪101R及び101L）を転舵させるように駆動モータ111を駆動させるものである。例えば、右側の前方案内輪31Rが案内壁GWRに当接して、歪みゲージ51Rからの歪み検出信号のレベルが歪みゲージ51Lからの歪み検出信号レベルより大きくなって、接触圧信号S<sub>d</sub>が正の差値に対応するものとなると、その正の差値に対応した駆動信号によって駆動モータ111は、操舵輪を左方向に転舵するように回転される。一方、左の前方案内輪31Lが案内壁GWLに当接して、歪みゲージ51Lからの歪み検出信号のレベルが歪みゲージ51Rからの歪み検出信号レベルより大きくなって、接触圧信号S<sub>d</sub>が負の差値に対応するものとなると、その負の差値に対応した駆動信号によって駆動モータ111は、前記の場合と反対方向に回転される。この駆動モータ111の回転によって、操舵輪が右方向に転舵される。

【0042】なお、上記のように接触圧信号S<sub>d</sub>に基づいて案内壁に接触した前方案内輪が当該案内壁から離れるように操舵輪が転舵される結果、この前方案内輪が完全に案内壁から離れると、歪みゲージ51R、51Lからの歪み検出信号のレベル差がなくなる。そのため、前方案内輪31R及び31Lの双方が案内壁に当接していない状態の接触判定信号S<sub>0</sub>が接触判定回路50aから出力される。このような状態の接触判定信号S<sub>0</sub>によってスイッチユニット63が第二の駆動信号生成回路62からの駆動信号を選択するように切り換えられる。

【0043】従って、以後、自動運転制御ユニット10からの操舵信号に対応した駆動信号によって駆動モータが制御される。その結果、自動運転車両100は、軌道C<sub>L</sub>に沿って走行する状態に復帰する。上記第二の例においても、前方案内輪31Rまたは31Lのいずれかが案内輪に当接すると、この前方案内輪31Rまたは31Lが案内壁から離れるように操舵機構が制御される。その結果、突風や路面の凹凸で一時的にいずれかの前方案内輪が案内壁に当接しても、自動運転車両100は、より早期に軌道C<sub>L</sub>に復帰することができる。また、自動運転制御ユニット10がフェールした場合であっても、前方案内輪31Rまたは31Lや車体が案内壁に衝突して破損してしまうことを未然に防止することができる。更に、前方案内輪31Rまたは31Lが案内壁に当接す

る場合であっても、案内壁からの前方案内輪31Rまたは31Lを介して支持機構に作用する反力を早期に低減することができる。

【0044】また、更に、操舵機構に設けられる駆動モータ111の信頼性が保証できる場合には（定期的な交換等）、上記第一の例のように操舵機構の油圧系等を特殊な構造に変更することなく、容易に強制的な操舵制御が可能となる。当該自動運転車両100に搭載される強制的な操舵を行う機構の第三の例は、図6に示すように構成される。

【0045】この例では、前方案内輪が案内壁に当接して車体側に押し戻される量に比例した量だけ操舵輪を転舵させる機構を機械的に構成している。図6において、前方案内輪31R（31L）の支持機構は、前方案内輪31R（31L）を回転自在に支持するブラケット411R（411L）と、このブラケット411R（411L）を支持する単動型の油圧シリンダユニット413R（413L）とを備えた構造となっている。油圧シリンダユニット413R（413L）は、一方の端部がブラケット411R（411L）に固定されたロッド413Ra（413La）、ダンバ413Rb（413Lb）、ロッド413Ra（413La）の他端に固定されたピストン413Rc（413Lc）、油圧室413Rd（413Ld）及びガスダンバ室413Re（413Le）を備えている。ロッド413Ra（413La）は、当該油圧シリンダユニット413R（413L）の軸方向に移動自在となり、前方案内輪31R（31L）に作用する横力がロッド413Ra（413La）を介して油圧室413Rd（413Ld）内の油液及びガスダンバ室413Re（413Le）内のガスにて受けるように構成されている。

【0046】右側の前方案内輪31Rに対して設けられた油圧シリンダユニット413Rと、左側の前方案内輪31Lに対して設けられた油圧シリンダユニット413Lとが、背中合わせにそれぞれの軸が一致するように車体に設置されている。複動型片側ロッド式の油圧シリンダユニット150が操舵機構を強制的に駆動させる強制駆動機構として設けられている。この油圧シリンダユニット150は、ロッド150a、第一の油圧室150b、仕切りピストン150c及び第二の油圧室150dを備えている。第一の油圧室150bと第二の油圧室150dは、仕切りピストン150cによって仕切られており、ロッド150aは、仕切りピストン150cと一体となって、軸方向に移動自在となっている。

【0047】右側の前方案内輪31Rに対して設けられた油圧シリンダユニット413Rの油圧室413Rdと強制駆動機構として用いられる油圧シリンダユニット150の第二の油圧室150dが油管131にて結合されている。左側の前方案内輪31Lに対して設けられた油圧シリンダユニット413Lの油圧室413Ldと上記



油圧シリンダユニット150の第一の油圧室150bが油管132にて結合されている。

【0048】強制駆動機構として用いられる油圧シリンダユニット150のロッド150aの先端が操舵機構のタイロッド160にリンクを介して結合され、ロッド150aの軸方向の動きによって操舵輪（前輪101R、101L）が強制的に左右の方向に転舵するようになっている。また、このタイロッド160は、ステアリングの駆動機構からのアーム162と結合しており、ステアリングアクチュエータ26（図3参照）からの動力が駆動機構を介してアーム162に伝達される。このステアリングアクチュエータ26からの動力に基づいたアーム162の動きによってタイロッド160が駆動され、操舵輪が転舵される。

【0049】上記のような機構を有する自動運転車両100では、通常、磁気マーカセンサ12からの検出信号に基づいて横方向位置を検出し、その検出情報に基づいて軌道CLに沿って走行するように操舵機構（アーム162を含む）。何らかの原因（突風、路面の凹凸、自動操舵制御ユニット10のフェール等）によって自動運転車両100が軌道CLから逸脱し、例えば、左側的前方案内輪31Lが案内壁GWLに当接すると、当該自動運転車両100が案内壁GWLに近づくに従って、案内壁GWLからの反力によって油圧シリンダユニット413Lのピストン413Lcがロッド413Laと共に当該油圧シリンダユニット413Lに押し込まれる。そのため、ピストン413Lcによって圧縮される油圧室413Le内の油液が油管132を通して油圧シリンダユニット150の第一の油圧室150bに供給される。すると、この第一の油圧室150b内の油圧が上昇して仕切りピストン150cと共にロッド150aが第二の油圧室150dの方向に動かされる。その結果、該ロッド150aに連結するタイロッド160が、操舵輪が右方向に転舵されるように動かされる。

【0050】このとき、第二の油圧室150d内の油液は油管131を介して油圧シリンダユニット413Rの液室413Rdに移動して油圧室413Rdの油圧が上昇する。この油圧室413Rd内の油圧の上昇により、ロッド413Raがピストン413Rcと共に、油圧シリンダユニット413Rから突出する方向に移動される。

【0051】上記のように操舵輪が右方向に転舵されると、それに従って、自動運転車両100は、案内壁GWLから遠ざかる方向に走行し、左側的前方案内輪31Lは案内壁GWLから離れる。その過程で、左側的前方案内輪31Lを介してロッド413Laに作用する力が弱くなるに従って、ロッド413Laは油圧シリンダユニット413Lから突出する方向に動く。そのため、油圧室413Rdの油圧が徐々に低下し、それに伴って、油圧シリンダユニット150の第一の油圧室150bから

油管132を介して油液が移動する。この油液の移動によって、第一の油圧室150b内の油圧が低下してロッド150aが仕切りピストン150cと共に油圧シリンダユニット150から突出する方向に移動する。

【0052】油圧シリンダユニット150のピストン150cの動きによって、一端、右方向に転舵された操舵輪が徐々に逆の左方向に戻される。この時、油圧シリンダユニット150の第二の油圧室150dの油圧が低下し、油圧シリンダユニット413Rの油圧室413Rdから油液が油管131を介して油圧シリンダユニット150の第二の油圧室150dに戻される。

【0053】そして、左側的前方案内輪31Lが完全に案内壁GWLから離れると、各油圧シリンダユニット413L及び413Rの油圧室413Ld及び413Rdと、油圧シリンダユニット150の第一及び第二の油圧室150b及び150d内の油圧の均衡がとれ、油圧シリンダユニット150のロッド150aの位置が維持される。その結果、操舵輪は、操舵駆動機構によって制御される操舵角に維持された状態となる。

【0054】また、右側的前方案内輪31Rが案内壁GWRに当接した場合は、油圧シリンダユニット413R、油管131、油圧シリンダユニット150、油管132及び油圧シリンダユニット413Lの間で、上述した場合と反対方向に油液が移動する。その結果、ロッド150aが油圧シリンダユニット150から突出する方向にされ、そのロッド150aの移動に伴うタイロッド160の駆動によって操舵輪が左方向に転舵される。

【0055】従って、自動運転車両100は、案内壁GWRから徐々に離れる方向に走行し、右側的前方案内輪31Rは案内壁GWRから離れる。上述したように、第三の例に係る機構によれば、前方案内輪31Rまたは31Lが案内壁に当接する場合、前方案内輪31Rまたは31Lが案内壁からの反力によって車体方向に押し込まれる量に略比例した量だけ、該前方案内輪31Rまたは31Lが案内壁から離れるように操舵輪が転舵されるので、自動運転車両100は、前方案内輪31Rまたは31Lが案内壁に当接した状態からスムーズにもとの走行状態に復帰することができる。以下、このような強制的な操舵制御をストローク比例操舵モードでの操舵制御という。

【0056】当該自動運転車両100に搭載される強制的な操舵を行う機構の第四の例は、図7に示すように構成される。この例では、図6に示す構造に油液の経路の切替える電磁弁を設けることによって、多様なモードでの操舵制御を可能にしたものである。図7において、図6に示す第三の例と同様に、各前方案内輪31R及び31Lに対して単動型の油圧シリンダユニット413R及び413Lを設けると共に、強制操舵機構として複動型片側ロッド式の油圧シリンダユニット150が設けられている。

【0057】油圧シリンダユニット413Rの油圧室413Rdから延びる油路133と油圧シリンダユニット150の第二の油圧室150dから延びる油路135とが電磁切換弁71を介して接続されている。油圧シリンダユニット413Lの油圧室423Ldから延びる油路134と油圧シリンダユニット150の第一の油圧室150bとが電磁切換弁72を介して接続されている。また、上記油路135から分岐して延びる油路137と上記油路138から分岐して延びる油路138が電磁切換弁73を介して接続されている。

【0058】通常、各電磁切換弁71、72及び73はオフ状態である。この状態は、図7に示される状態であり、電磁弁71及び72が閉鎖状態で、電磁弁73が導通状態となる。この状態の動作モードを案内輪機構切離モードという。この案内輪機構切離モードでは、図8に示すように、油路133と135が遮断され（×印）、油路134と136が遮断され（×印）、油路137と138が導通された（○印）状態である。

【0059】この案内輪機構切離モードでは、油圧シリンダユニット150から各油圧シリンダユニット413R及び413Lが油圧系において切り離された状態となる。従って、操舵機構によってタイロッド160が動かされると、油圧シリンダユニット150のロッド150aが軸方向に移動する。そのロッド150aの動きに伴って第一及び第二の油圧室150b及び150dの容積が変化する。その際、油液は、第一の油圧室150bから油路136及び138、電磁切換弁73及び油路137及び133を介して第二の油圧室150dに移動し、また、第二の油圧室150dから逆の油路を経て第一の油圧室150aに移動する。

【0060】また、電磁切換弁71、72及び73がオン作動されると、電磁切換弁71及び72が導通状態となって、電磁切換弁73が閉鎖状態になる。この状態の動作モードは、前述したようなストローク比例操舵モードとなる。このストローク比例操舵モードでは、図9に示すように、油路133と135が導通され（○印）、油路134と136が導通され（○印）、油路137と138が遮断された（×印）状態である。

【0061】このようなストローク比例操舵モードでは、前述したように、前案内輪31Rまたは31Lが案内壁に当接すると、前案内輪31Rまたは31Lのストロークに略比例した量だけ、当該前案内輪31Rまたは31Lが案内壁から離れるように、操舵輪が強制的に転舵される。当該自動走行車両100は、例えば、図10に示すような強制操舵制御ユニット200を有している。この強制操舵制御ユニット200は、地図情報、位置検出情報等の入力情報に基づいて、道路状況にあったモードでの強制操舵制御が行えるように、上記電磁切換弁71、72、73の切換え制御を行う。

【0062】図7に示す構造の機構を有する自動運転車

両100の強制操舵制御ユニット200は、例えば、図11に示すような手順に従って、上記電磁切換弁71、72、73の切換え制御を行う。図11において、自動運転車両100が走行すべき専用道の入口に達したことの指示を取得すると（S1）、強制操舵制御ユニット200は、図9に示すように、電磁切換弁71、72及び73をオン作動させる。その結果、ストローク比例操舵モードでの動作状態になる（S2）。この状態で、自動運転車両100は、磁気マークセンサ12からの検出信号等に基づいて操舵制御を行って専用道路RD（例えば、図1参照）の軌道CLに沿うように走行する。その過程で、何らかの原因により、自動運転車両100が軌道CLから逸脱して、前方案内輪31Rまたは31Lが案内壁に当接すると、その前方案内輪31Rまたは31Lが案内壁から離れるように、強制的に操舵輪が転舵される。その結果、自動運転車両100は、早期に軌道CLに復帰される。

【0063】このように、自動運転車両100がストローク比例操舵モードの動作状態で軌道CLに沿うように走行している過程で、強制操舵制御ユニット200は、当該専用道路RDの出口に達したか否かを判定している（S3）。そして、専用道路RDの出口に達したことを判定すると、図8に示すように、電磁切換弁71、72及び73をオフ動作させる。その結果、案内輪機構切離モードでの動作状態となる。

【0064】この案内輪機構切離モードでの動作状態では、操舵機構の動作が案内輪の動作に影響を受けることのない状態で、自動運転車両100は走行することができる。従って、案内輪を車体に格納した（格納機構は図示せず）後、当該自動運転車両100は、運転者の運転操作（ステアリング操作、アクセル操作、ブレーキ操作）に従って一般道路を走行することができる。

【0065】当該自動運転車両100に搭載される強制的な操舵を行う機構の第五の例は、図12に示すように構成される。図12において、図7に示す部分と同一の部分には同一の参照番号が付されている。この例もまた、図6に示す構造に油液の経路の切換える電磁弁を設けることによって、多様なモードでの操舵制御を可能したものである。

【0066】図12において、図6に示す第三の例と同様に、各前案内輪31R及び31Lに対して単動型の油圧シリンダユニット413R及び413Lを設けると共に、強制操舵機構として複動型片側ロッド式の油圧シリンダユニット150が設けられている。図7に示す第四の例とは逆に、右側の前案内輪31Rを支持する油圧シリンダユニット413Rの油圧室413Rdから延びる油路139が電磁切換弁72を介して油圧シリンダユニット150の第一の油圧室から延びる油路136に接続されると共に、左側の前案内輪31Lを支持する油圧シリンダユニット413Lの油圧室413Ldか

ら延びる油路140が電磁切換え弁71を介して油圧シリンダユニット150の第二の油圧室から延びる油路135に接続されている。

【0067】通常、各電磁切換え弁71、72及び73はオフ状態にあり（図8参照）、前述した例と同様に、案内輪機構切離モードの動作状態となる。また、電磁切換え弁71、72及び73がオン動作されると、電磁切換え弁71及び72が導通状態となって、電磁切換え弁73が遮断状態になる。この場合、図13に示すように、油路140と135が導通され（○印）、油路139と136が導通され（○印）、油路137と138が遮断された（×印）状態となる。

【0068】この状態において、右側の前方案内輪31Rが案内壁GWRに当接すると、油圧シリンダユニット413Rのロッド413Raがシリンダ内に押し込まれ、その圧力が油圧室413Rdから油路139、電磁切換え弁72、油路136を介して油圧シリンダユニット150の第一の油圧室150bに伝達される。すると、第一の油圧室150bの油圧が上昇し、仕切りピストン150cと共にロッド150aがシリンダ内に進入するように移動する。このロッド150aの動きによってタイロッド160が、操舵輪が右方向に転舵するように駆動される。その結果、右側の前方案内輪31Rは、ますます案内壁GWRに押し付けられる。

【0069】また、左側の前方案内輪31Lが案内壁GWLに当接すると、油圧シリンダユニット413Lのロッド413Laがシリンダ内に押し込まれ、その圧力が油圧室413Laから油路140、電磁切換え弁71、油路135を介して油圧シリンダユニット150の第二の油圧室150dに伝達される。すると、第二の油圧室150dの油圧が上昇し、仕切りピストン150cと共にロッド150aがシリンダから突出するように移動する。このロッド150aの動きによってタイロッド160が、操舵輪が左方向に転舵するように駆動される。その結果、左側の前方案内輪31Lは、ますます案内壁GWLに押し付けられる。

【0070】上記のような動作モードを以下、ガイドウェイ押し付け操舵モードという。また、更に、上記ガイドウェイ押し付け操舵モードでの動作中において、電磁切換え弁73がオン状態を維持しつつ、電磁切換え弁71及び72をオフ動作させると、図14に示すように、油路137と138が遮断状態を維持した状態で、油路140と135が遮断され（×印）、油路139と136が遮断された（×印）状態となる。

【0071】この状態では、油路135、137及び油圧シリンダユニット150の第二の油圧室150dが閉じた状態となって、その内部の圧力が保持される。また、油路136、138及び油圧シリンダ150の第一の油圧室150bもまた閉じた状態となって、その内部の圧力が保持される。その結果、油圧シリンダユニット

150のロッド150aが固定された状態となる。このロッド150aの固定によってタイロッド160が固定されて、操舵輪の操舵角が維持される。

【0072】このような動作モードを以下、操舵角保持モードという。上記のようなガイドウェイ押し付け操舵モード及び操舵角保持モードは、例えば、図15に示すように、分岐路BRが交差する道路Rを自動運転車両100が走行する場合に有効である。道路Rを走行する自動運転車両100が分岐路BRとの交差点を通過する場合、当該自動運転車両100が誤って分岐路BRに進入してしまうことや、道路Rと分岐路BRとの接続端部Pに衝突してしまうことは確実に避けなければならない。

【0073】そこで、図15に示すように、分岐路BRとの交差点の開始位置および終了位置に、それぞれ識別磁気マーカ301及び302を設置し、その交差点開始位置から終了位置までの間、道路Rの案内壁GWLを道路の内側に突出させて分岐部案内壁300を形成する。自動運転車両100がこのような道路Rを走行する場合、強制操舵制御ユニット200（図10参照）は、例えば、図16に示す手順に従って、電磁切換え弁71、72及び73の制御を行う。

【0074】図16において、自動運転車両100が走行すべき専用道路（図15に示すような分岐路BRを含む）の入口に達したことの指示を取得すると（S11）、強制操舵制御ユニット200は、図8に示すように、電磁切換え弁71、72及び73をオフ状態にして、案内輪機構切離モードにする（S12）。この状態で、自動運転車両100は、磁気マークセンサ12からの検出信号等に基づいて操舵制御を行って専用道路Rの軌道CLに沿うように走行する。その過程で、強制操舵制御ユニット200は、入力情報に基づいて当該自動運転車両100が専用道路の出口に達したか否かの判定（S13）、磁気マークセンサ12からの検出信号に基づいて分岐路開始点の識別磁気マーカ301が検出されたか否か（S14）の判定を繰り返し実行する。

【0075】このような処理を実行しつつ、案内輪機構切離モードの状態で自動運転車両100が走行する。自動運転車両100が専用道路の出口に達する前に、分岐路開始点に設置された識別磁気マーカ301が検出されると、強制操舵制御ユニット200は、図13に示すように、電磁切換え弁71、72及び73をオン動作させて、ガイドウェイ押し付けモードにする（S15）。この状態で、強制操舵制御ユニット200は、操舵角センサ16（図3参照）からの検出信号を監視しつつ、現在の操舵角が所定の操舵角 $\alpha$ に達したか否かを判定する（S16）。

【0076】自動運転車両100が分岐路開始点を通過して更に走行すると、左側の案内輪31L、32Lが分岐部案内壁300に当接する。すると、ガイドウェイ押し付けモードにより、操舵輪が強制的に左方向に転舵さ

れる。その結果、左側の案内輪 31L、32L がますます分岐部案内壁 300 に押し付けられる。ここで、操舵輪の操舵角が所定の操舵角  $\alpha$  に達したことを強制操舵制御ユニット 200 が判定すると、図 14 に示すように、電磁切換え弁 73 をオン状態に維持しつつ、電磁切換え弁 71 及び 72 をオフ動作させて、操舵角保持モードにする (S17)。

【0077】その結果、現時点での操舵角が維持され、左側の案内輪 31L、32L が分岐部案内壁 300 に押さえつけられながら、自動運転車両 100 は、分岐路 BR との交差点を通過する。その過程で、分岐路終点の識別磁気マーカが検出されたか否かが判定される (S18)。そして、分岐路終点の識別磁気マーカが検出されると、強制操舵制御ユニット 200 は、再度、図 8 に示すように、各電磁切換え弁 71、72 及び 73 を制御して、案内輪機構切離モードにする (S12)。以後、同様の処理が繰り返し実行される。その過程で、自動運転車両 100 が専用道路の出口に達したことを強制操舵制御ユニット 200 が判定すると、処理が終了される。

【0078】なお、上記の処理を行いつつ自動運転車両 100 が軌道 CL に沿って走行する過程で、何らかの原因で、自動運転車両 100 が軌道 CL から逸脱して前方案内輪 31R または 31L が案内壁に当接すると、油圧シリンダユニット 413R または 413L の油圧室 413Rd または 413Ld 内の油液及びガスダンパ 413Re または 413Le が案内壁からの反力を受ける。

【0079】上記のような自動運転車両 100 では、分岐路のある交差点を通過するときなど、案内輪を積極的案内壁に押し付けることにより、自動運転車両が本来進むべきでない方向に誤って進むことが防止され、より一層の安全性が確保される。自動運転車両 100 に搭載される強制的な操舵を行う機構の第六の例は、図 17 に示すように構成される。図 17 において、図 7 に示す部分と同一の部分には同一の参照符号が付されている。

【0080】この例もまた、図 6 に示す構造に油液の経路を切換える電磁弁を設けることによって、多様なモードでの操舵制御を可能にしている。図 17 において、4 ポート 3 位置の電磁切換え弁 74 が設けられている。右側の前方案内輪 31R を支持する油圧シリンダユニット 413R の油圧室 413Rd から延びる油管 133 が電磁切換え弁 74 を介して油圧シリンダユニット 150 の第二の油圧室 150d から延びる油路 135 と接続されている。また、左側の前方案内輪 31L を支持する油圧シリンダユニット 413L の油圧室 413Ld から延びる油路 134 が電磁切換え弁 74 を介して油圧シリンダユニット 150 の第一の油圧室 150b から延びる油路 136 と接続されている。

【0081】電磁切換え弁 74 は、2つの電磁ソレノイド 74L 及び 74R によって油路の接続切換えを行っている。通常、電磁ソレノイド 74R 及び 74L と電磁切

換え弁 73 はオフ状態にあり、図 18 に示すように、油路 133 と 135 が遮断され (×印)、油路 134 と 136 が遮断され (×印)、油路 137 と 138 が導通された (○印) 状態となっている。この状態は、前述した案内輪機構切離モードである。

【0082】電磁ソレノイド 74L がオフ状態を維持しつつ、電磁ソレノイド 74R 及び電磁切換え弁 73 をオン動作させると、図 19 に示すように、油路 133 と 135 が導通され (○印)、油路 134 と 136 が導通され (○印)、油路 137 と 138 が遮断された (×印) 状態となる。この状態は、ストローク比例操舵モードである。

【0083】更に、電磁ソレノイド 74R をオフ状態に維持しつつ、電磁ソレノイド 74L 及び電磁切換え弁 73 をオン動作させると、図 20 に示すように、油路 133 と 136 が導通され (○印)、油路 134 と 135 が導通され (○印)、油路 137 と 138 が遮断された (×印) 状態となる。この状態は、ガイドウェイ押し付けモードとなる。

【0084】また、更に、電磁ソレノイド 74R 及び 74L をオフ状態に維持しつつ、電磁切換え弁 73 だけをオン動作させると、図 21 に示すように、油路 133 と 135 が遮断され (×印)、油路 134 と 136 が遮断され (×印)、油路 137 と 138 が遮断された (×印) 状態となる。この状態は、操舵角保持モードとなる。

【0085】上記のような電磁切換え弁 74 の電磁ソレノイド 74R、74L と電磁切換え弁 73 を制御して、案内輪の動きに応じて操舵輪を強制的に制御するようにした強制操舵制御ユニット 200 は、例えば、図 22 に示す手順に従って、処理を実行する。図 22 において、自動運転車両 100 が走行すべき専用道の入口に達したことの支持を取得すると (S21)、強制操舵制御ユニット 200 は、図 19 に示すように、電磁ソレノイド 74R、74L 及び電磁切換え弁 73 のオン、オフ制御を行うことにより、ストローク比例操舵モードの動作状態にする (S22) 自動運転車両 100 がストローク比例操舵モードの状態、走行を続ける間、当該自動運転車両 100 が専用道路の出口に達したか否かの判定 (S23) 及び分岐路開始点の識別磁気マーカが検出されたか否かの判定 (S24) がなされる。ここで、分岐開始点の識別磁気マーカが検出されたと判定されると、強制操舵制御ユニット 200 は、図 20 に示すように、電磁ソレノイド 74R、74L 及び電磁切換え弁 73 のオン、オフ制御を行って、ガイドウェイ押し付けモードの動作状態にする (S25)。その結果、案内輪が案内壁に押さえつけられるように、操舵輪の転舵がなされる。そして、操舵角が所定角度  $\alpha$  になると (S26)、強制操舵制御ユニット 200 は、図 21 に示すように、電磁ソレノイド 74R、74L 及び電磁切換え弁 73 のオン、

オフ制御を行うことにより、操舵角保持モードの動作状態にする（S27）。

【0086】このような制御により、案内輪が案内壁に押し付けられた状態で、自動走行車両100は、分岐路との交差点を通過する。そして、分岐路終点の識別マークが検出されたと判定されると（S28）、強制操舵制御ユニット200は、再度、ストローク比例操舵モードへの切換えを行う（S22）。上記のような処理を繰り返しながら、自動運転車両100が道路の軌道に沿って走行する際に、専用道路の出口に達したことが判定されると（S23）、電磁ソレノイド74R、74L及び電磁切換え弁73が、図18に示すように、オン、オフ制御され、案内輪機構切離モードでの動作状態になる（S29）。

【0087】この状態で、自動運転車両100は、例えば、運転者による運転操作によって一般道を走行する。上記第六の例では、案内輪機構切離モード、ストローク比例操舵モード、ガイドウェイ押し付け操舵モード、操舵角保持モードの多様な動作状態での自動運転車両の走行が可能となる。

【0088】自動運転車両100に搭載される強制的な操舵を行う機構の第七の例は、図23に示すように構成される。図23において、図7に示す部分と同一の部分には同一の参照符号が付されている。この例もまた、図6に示す構造に油液の経路を切換える電磁弁を設けることによって、多様なモードでの操舵制御を可能にしている。

【0089】この例は、図7に示す機構と同様の構造を有する。更に、前方案内輪31R及び31Lを支持する油圧シリンダユニット413R及び413Lのロッド413Ra及び413Laのストロークを検出するストロークセンサ80R及び80L、各油圧シリンダユニット413R及び413Lの油圧室413R及び413Ldの油圧を測定する圧力センサ82R及び82L、車体と案内壁との距離を非接触で測定する距離センサ81R及び81Lが設けられている。

【0090】電磁切換え弁71、72及び73を制御して、案内輪の動きに応じて操舵輪を強制的に制御するようにした強制操舵制御ユニット200は、例えば、図24に示す手順に従って、処理を実行する。図24において、自動運転車両100が走行すべき専用道の入口に達したことの支持を取得すると（S31）、強制操舵制御ユニット200は、図8に示すように、電磁切換え弁71、72及び73のオン、オフ制御を行うことにより、案内輪機構切離モードの動作状態とする（S32）。案内輪機構切離モードの動作状態となる自動運転車両100が走行する過程で、強制操舵制御ユニット200は、専用道路の出口に達したか否かの判定（S33）及びストロークセンサ80R（80L）にて検出される案内輪31R（31L）の移動ストロークまたは、圧力セ

ンサ82R（82L）にて検出される油圧シリンダユニット413R（413L）における油圧室413Rd（413Ld）の圧力が所定値 $\beta$ に達したか否かの判定（S34）を行う。

【0091】突風、路面の凹凸などの理由で、自動運転車両100が軌道CLから逸脱して、案内輪31R（31L）が案内壁に当接し、当該案内輪31R（31L）が徐々に案内壁に押し付けられてゆき、上記ストロークセンサ80R（80L）での検出ストローク値または圧力センサ82R（80L）での検出圧力が所定値 $\beta$ に達したと判定されると、図9に示すように、電磁切換え弁71、72及び73のオン、オフ制御がなされて、ストローク比例操舵モードの動作状態となる（S35）。

【0092】このようにストローク比例操舵モードに切換えられると、操舵輪がそのストロークに応じた量だけ、上記案内輪が案内壁から離れるように転舵される。その結果、自動運転車両100は、案内壁から離れて軌道CLに復帰してゆく。そして、距離センサ81R（81L）にて検出される案内壁との距離が所定値D0以上となると（S36）、再度、図8に示すように、電磁切換え弁71、72及び73のオン、オフ制御がなされて、案内輪機構切離モードに復帰する。

【0093】以後、自動運転車両100は、この案内輪機構切離モードの動作状態で走行を継続し、上記処理を繰り返し実行する。その過程で、専用道路の出口を検出すると、処理は終了する。このような制御によれば、案内輪が案内壁に当接した直後から操舵輪が強制的に転舵されなくなり、急激な操舵が防止される。

【0094】自動運転車両100に搭載される強制的な操舵を行う機構の第八の例は、図25に示すように構成される。図25において、図17に示す部分と同一の部分には同一の参照符号が付されている。この例もまた、図6に示す構造に油液の経路を切換える電磁弁を設けることによって、多様なモードでの操舵制御を可能にしている。

【0095】この例は、図17に示す機構と同様の構造を有する。更に、前方案内輪31R及び31Lの移動ストロークを検出するストロークセンサ80R及び80Lが設けられると共に、車体を案内壁との間の距離を非接触にて測定する距離センサ81R及び81Lが設けられている。電磁ソレノイド74R、74L及び電磁切換え弁73を制御して、案内輪の動きに応じて操舵輪を強制的に制御するようにした強制操舵制御ユニット200は、例えば、図26に示す手順に従って、処理を実行する。

【0096】図26において、自動運転車両100が走行すべき専用道の入口に達したことの指示を取得すると（S41）、強制操舵制御ユニット200は、図19に示すように、電磁ソレノイド74R、74L及び電磁切

換え弁73のオン、オフ制御を行って、ストローク比例操舵モードの動作状態にする(S42)。このストローク比例操舵モードの動作状態となる自動運転車両100が軌道CLに沿って走行する更に、当該専用道路の出口に達したか否かの判定(S43)及び分岐路開始点の識別磁気マーカの検出がなされたか否かの判定(S44)が行われる。

【0097】この状態で、自動運転車両100が軌道CLから逸脱して案内輪31R(31L)が案内壁に当接すると、ストローク比例操舵モードに従って、該案内輪31R(31L)が案内壁から離れるように、操舵輪が転舵される。また、自動運転車両100が走行中に、分岐路開始点の識別磁気マーカの検出がなされると、強制操舵制御ユニット200は、図20に示すように、電磁ソレノイド74R、74L及び電磁切換え弁73のオン、オフ制御を行って、ガイドウェイ押し付け操舵モードでの動作状態とする(S45)。この状態で、案内輪31R(31L)が分岐部案内壁に押し付けられるように、操舵輪の転舵がなされる。そして、ストロークセンサ80R(80L)にて検出される案内輪31R(31L)の移動ストロークが所定値 $\beta$ 以上か否かが判定される(S46)。

【0098】案内輪31R(31L)が案内壁に押さえつけられて、その検出ストロークが所定値 $\beta$ より大きくなると、図21に示すように、電磁ソレノイド74R、74L及び電磁切換え弁73のオン、オフ制御がなされ、操舵角保持モードでの動作状態となる(S47)。その結果、案内輪31R(31L)の案内壁への押圧力が必要以上に上昇しない状態で、自動運転車両100は分岐路との交差点を通過する。

【0099】そして、分岐路終了の識別マーカが検出されると(S48)、再度、ストローク比例操舵モードでの処理が開始される。以後、上記と同様の手順で繰り返し処理が実行される。上記第八の例では、ガイドウェイ押し付け操舵モードにおいて、案内輪が案内壁に必要以上強く押し付けられないので、案内輪の支持機構を簡素化することができる。

【0100】

【発明の効果】以上、説明してきたように、請求項1乃至9記載の本願発明によれば、案内輪が案内壁に当接した場合、案内輪が案内壁から離れるように操舵機構が制御されるので、早期に通常の走行状態に復帰できると共に、案内輪に係る負荷が早期に解消されるので、案内輪の支持機構も軽量なもので十分安全性が確保できる。

【0101】また、請求項10記載の本願発明によれば、案内輪を積極的に案内壁に沿わせるようにしたため、自動運転車両が他の方向に走行することが積極的に防止できることから、安全性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る自動運転車両が適用

されるガイドウェイ交通システムの概要を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る自動運転車両の概略的な構成を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る自動運転車両の制御系を示すブロック図である。

【図4】自動運転車両に用いられる案内輪と操舵機構の結合構造の第一の例を示す図である。

【図5】自動運転車両に用いられる案内輪と操舵機構の結合構造の第二の例を示す図である。

【図6】自動運転車両に用いられる案内輪と操舵機構の結合構造の第三の例を示す図である。

【図7】自動運転車両に用いられる案内輪と操舵機構の結合構造の第四の例を示す図である。

【図8】図7に示す機構に用いられる電磁切換え弁の状態と油路の導通、遮断の関係を示す図である。

【図9】図7に示す機構に用いられる電磁切換え弁の状態と油路の導通、遮断の関係を示す図である。

【図10】案内輪と操舵機構とを結合する機構を制御する系の基本的な構成を示すブロック図である。

【図11】自動運転車両の走行時に、図7に示す機構の制御手順の例を示すフローチャートである。

【図12】自動運転車両に用いられる案内輪と操舵機構の結合構造の第五の例を示す図である。

【図13】図12に示す機構に用いられる電磁切換え弁の状態と油路の導通、遮断の関係を示す図である。

【図14】図12に示す機構に用いられる電磁切換え弁の状態と油路の導通、遮断の関係を示す図である。

【図15】分岐路のある道路の一例を示す図である。

【図16】自動運転車両の走行時に、図12に示す機構の制御手順の例を示す図である。

【図17】自動運転車両に用いられる案内輪と操舵機構の結合構造の第六の例を示す図である。

【図18】図17に示す機構に用いられる電磁切換え弁の状態と油路の導通、遮断の関係を示す図である。

【図19】図17に示す機構に用いられる電磁切換え弁の状態と油路の導通、遮断の関係を示す図である。

【図20】図17に示す機構に用いられる電磁切換え弁の状態と油路の導通、遮断の関係を示す図である。

【図21】図17に示す機構に用いられる電磁切換え弁の状態と油路の導通、遮断の関係を示す図である。

【図22】自動運転車両の走行時に、図17に示す機構の制御手順の例を示すフローチャートである。

【図23】自動運転車両に用いられる案内輪と操舵機構の結合構造の第七の例を示す図である。

【図24】自動運転車両の走行時に、図23に示す機構の制御手順の例を示すフローチャートである。

【図25】自動運転車両に用いられる案内輪と操舵機構の結合構造の第八の例を示す図である。

【図26】自動運転車両の走行時に、図25に示す機構

の制御手順の例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

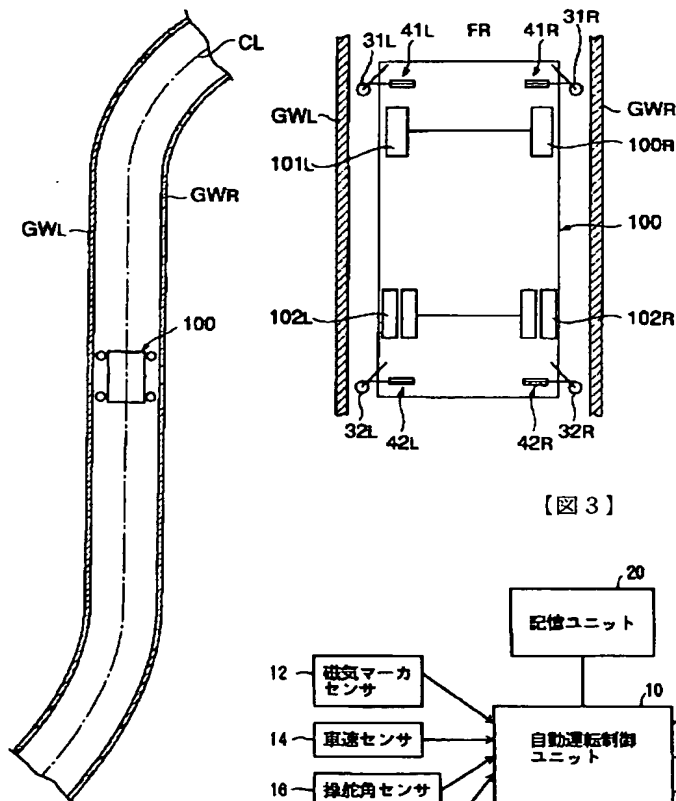
10 自動運転制御ユニット  
12 磁気マーカセンサ  
16 操舵角センサ  
18 アクセル開度センサ  
20 記憶ユニット  
31R、31L 前方案内輪  
32R、32L 後方案内輪  
50 油圧切換え制御回路  
50a 接触判定回路  
51R、51L 歪みゲージ  
52 左電磁弁ユニット  
54 右電磁弁ユニット  
56 電磁弁  
60 アクチュエータ駆動回路

61 第一の駆動信号生成回路  
62 第二の駆動信号生成回路  
63 スイッチユニット  
71、72、73、74 電磁切換え弁  
100 自動運転車両  
101R、101L 前輪  
102R、102L 後輪  
110 ステアリングシャフト  
111 駆動モータ  
112 パワーステアリングギアボックス  
120 パワーステアリング油圧源  
200 強制操舵制御ユニット  
150 油圧シリンダユニット  
412R、412L ロッド  
413R、413L 油圧シリンダユニット

【図1】

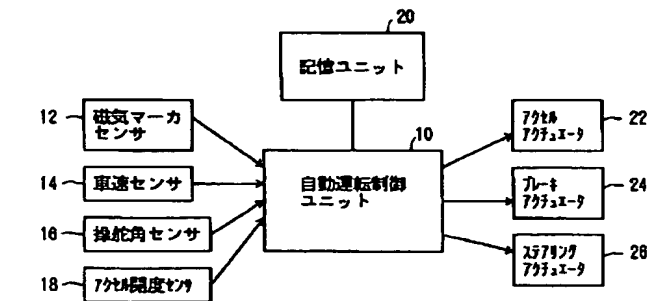
【図2】

【図5】

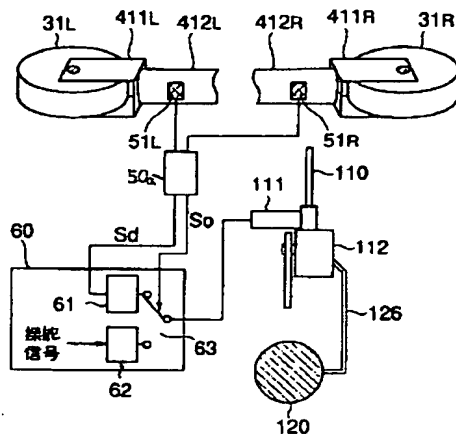
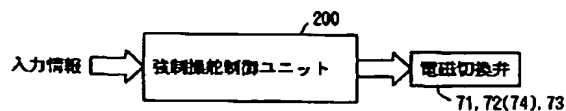


【図3】

【図8】



【図10】

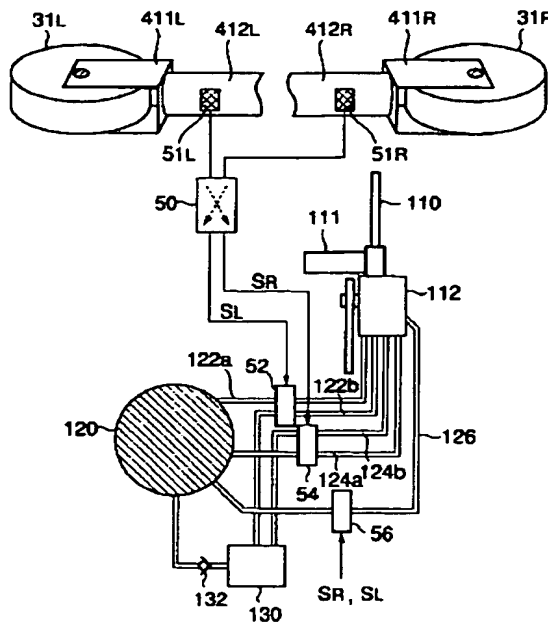


電磁切換え弁	71	72	73
油路133-135	×		
油路134-136		×	
油路137-138			○

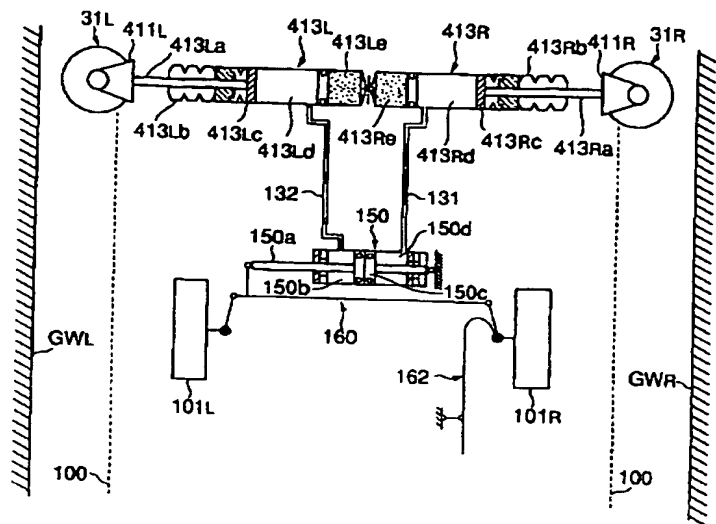
【図9】

電磁切換え弁	71	72	73
油路133-135	○		
油路134-136		○	
油路137-138			×

【図 4】

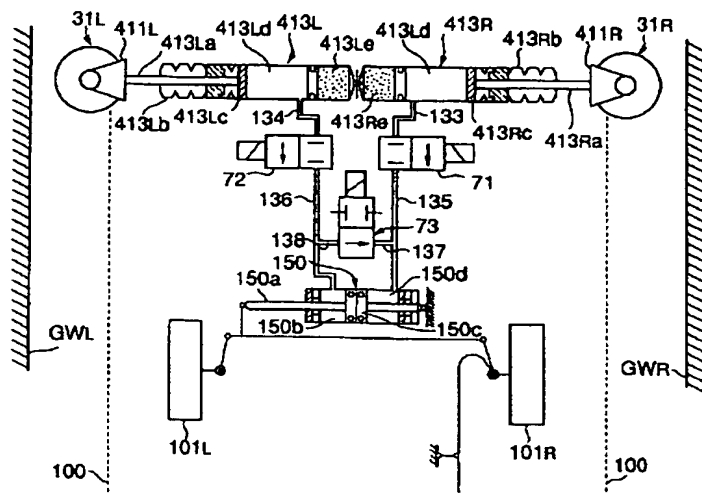


【図 6】



【図 11】

【図 7】

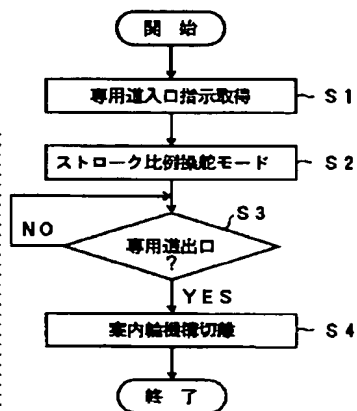


【図 13】

電磁切換弁	71	72	73
油路 140-135	ON	ON	ON
油路 139-136	○	○	
油路 137-138			×

【図 14】

電磁切換弁	71	72	73
油路 140-135	OFF	OFF	ON
油路 139-136	×	×	
油路 137-138			×



【図 18】

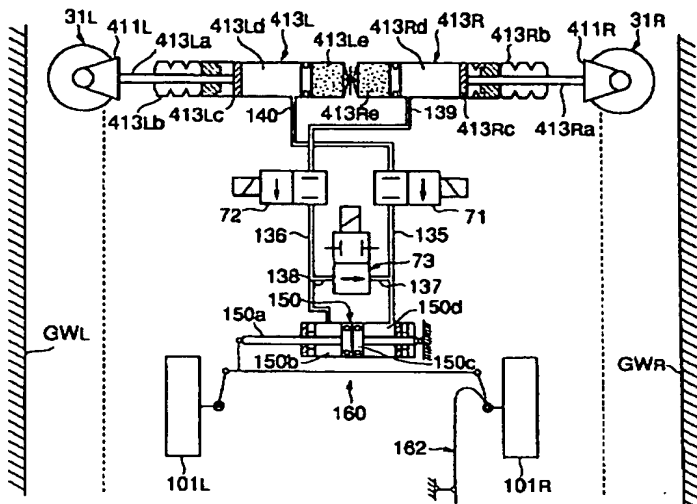
電磁切換弁	74R	74L	73
油路 133-135	×		
油路 134-136		×	
油路 137-139			○

【図 19】

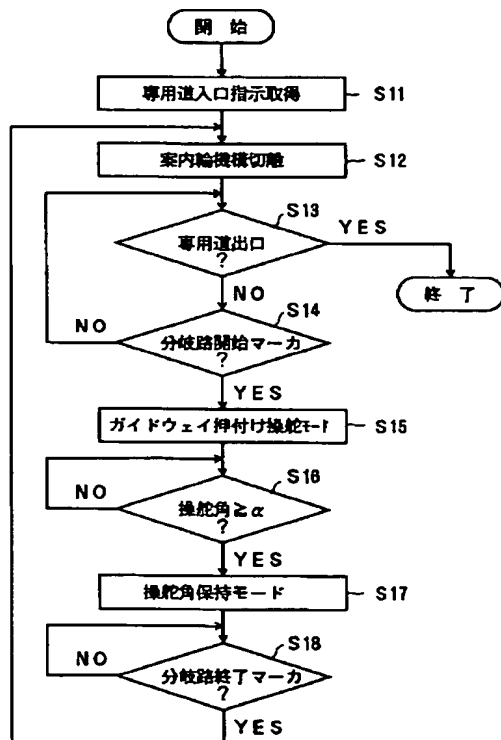
電磁切換弁	74R	74L	73
油路 133-135	ON	OFF	ON
油路 134-136	○	○	
油路 137-138			×



【図12】



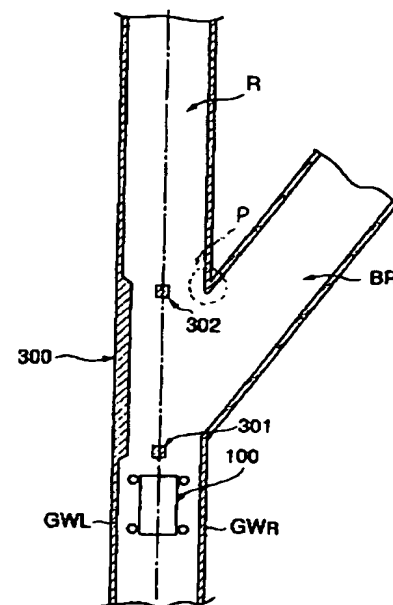
【図16】



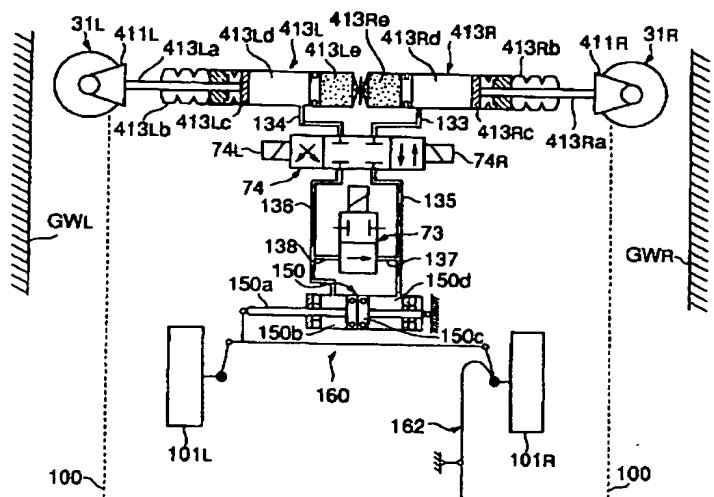
【図20】

電磁切換弁	74R	74L	73
	OFF	ON	ON
油路133-138	○		
油路134-135		○	
油路137-138			×

【図15】



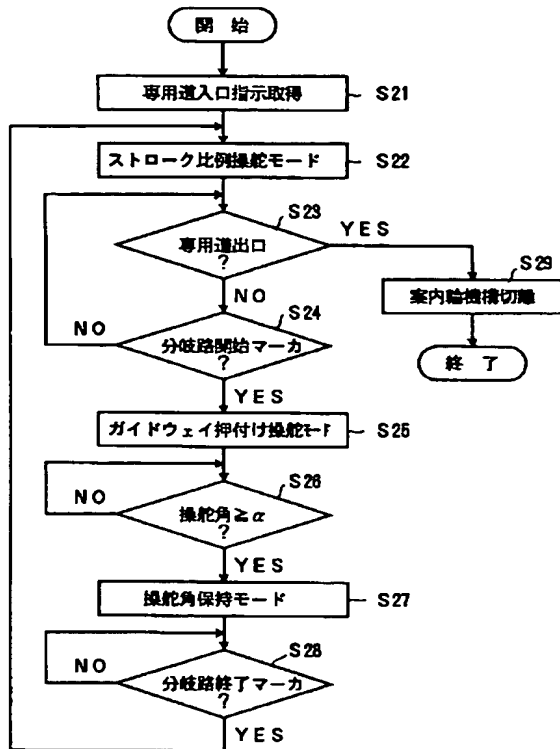
【図17】



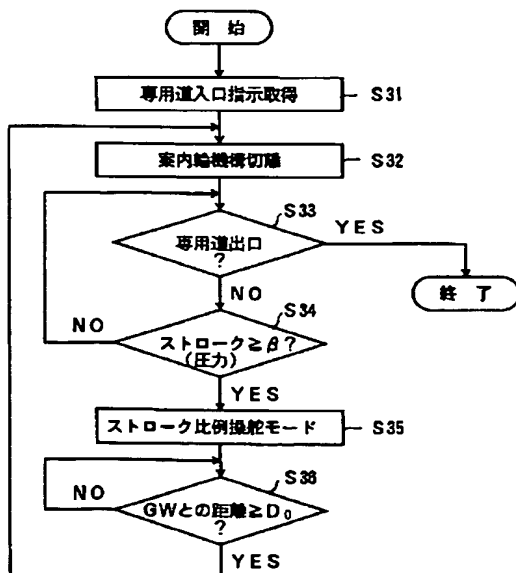
【図21】

電磁切換弁	74R	74L	73
	OFF	OFF	ON
油路133-135	×		
油路134-138		×	
油路137-138			×

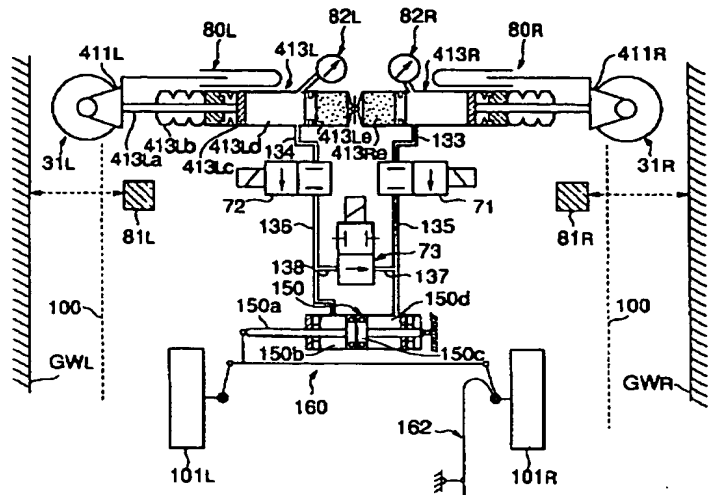
【圖 2 2】



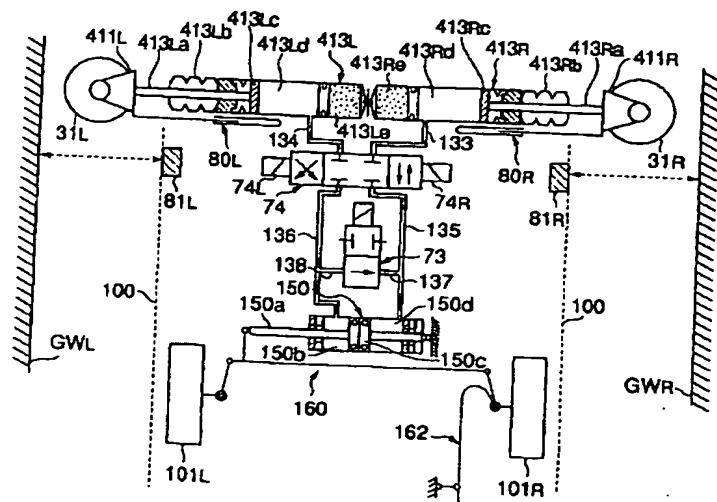
【図 24】



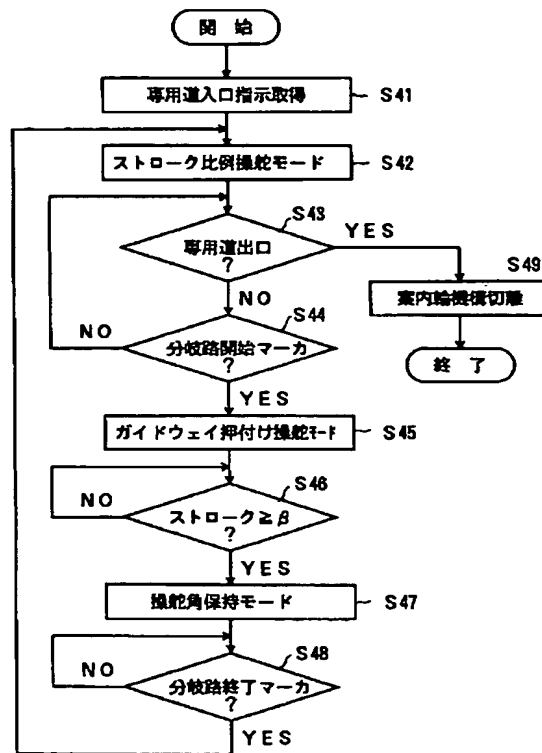
【图 2 3】



【图 2 5】



【図 26】



フロントページの続き

(72)発明者 大川 進  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72)発明者 堀 義人  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 金原 弘光  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72)発明者 棚橋 敏雄  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72)発明者 神野 正人  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H180 AA27 CC17 CC24 LL02 LL09